

Fernando Nataniel Vieira<sup>1</sup>, Raquel Bortoluzzi Bertazzo<sup>1</sup>, Gabriela Carvalho Nascimento<sup>2</sup>, Mariluce Anderle<sup>2</sup>, Ana Cláudia Coelho<sup>3</sup>, Fabiana de Oliveira Chaise<sup>2</sup>, Jaqueline da Silva Fink<sup>2</sup>, Wagner Luis Nedel<sup>2</sup>, Bruna Ziegler<sup>1</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

2. Unidade de Terapia Intensiva, Grupo Hospitalar Conceição - Porto Alegre (RS), Brasil.

3. Unidade de Fisioterapia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

## Associação entre área de secção transversa do reto femoral e excursão diafragmática com o desmame de pacientes com traqueostomia na unidade de terapia intensiva

### RESUMO

**Objetivo:** Verificar a relação entre área de secção transversa do reto femoral e excursão diafragmática com sucesso no desmame da ventilação mecânica em pacientes críticos crônicos com traqueostomia.

**Métodos:** Este foi um estudo de coorte observacional prospectivo. Incluímos pacientes críticos crônicos (aqueles submetidos à colocação de traqueostomia após 10 dias de ventilação mecânica). A área de secção transversa do reto femoral e a excursão diafragmática foram obtidas por ultrassonografia realizada dentro das primeiras 48 horas após a traqueostomia. Medimos a área de secção transversa do reto femoral e a excursão diafragmática para avaliar sua associação com o desmame da ventilação mecânica, incluindo sua capacidade de prever o sucesso no desmame e a sobrevida durante toda a internação na unidade de terapia intensiva.

**Resultados:** Foram incluídos 81 pacientes. Quarenta e cinco pacientes (55%) foram desmamados da ventilação mecânica.

A mortalidade foi de 42% e 61,7% na unidade de terapia intensiva e hospitalar, respectivamente. O grupo que falhou em relação ao grupo que obteve sucesso no desmame apresentou menor área transversa do reto femoral (1,4 [0,8] *versus* 1,84 [0,76]cm<sup>2</sup>, p = 0,014) e menor excursão diafragmática (1,29 ± 0,62 *versus* 1,62 ± 0,51cm, p = 0,019). Quando a área de secção transversa do reto femoral ≥ 1,80cm<sup>2</sup> e a excursão diafragmática ≥ 1,25cm era uma condição combinada, apresentava forte associação com sucesso no desmame (RC ajustada de 20,81; IC95% 2,38 - 182,28; p = 0,006), mas não com sobrevida na unidade de terapia intensiva (RC ajustada de 0,19; IC95% 0,03 - 1,08; p = 0,061).

**Conclusão:** O sucesso no desmame da ventilação mecânica em pacientes críticos crônicos foi associado a medidas maiores de área de secção transversa do reto femoral e da excursão diafragmática.

**Descritores:** Traqueostomia; Ultrassonografia; Desmame do ventilador; Atrofia muscular; Diafragma

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 2 de março de 2022

Aceito em 17 de outubro de 2022

### Autor correspondente:

Fernando Nataniel Vieira  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Rua Ramiro Barcelos 2350  
CEP: 90035-003 - Porto Alegre (RS), Brasil  
E-mail: fnvieira@gmail.com

**Editor responsável:** Irene Aragão

**DOI:** 10.5935/0103-507X.20220087-pt

### INTRODUÇÃO

Apesar de a ventilação mecânica (VM) ser um recurso de suporte à vida, há um aumento da mortalidade relacionado à sua duração, muitas vezes devido a complicações, como pneumonia associada à VM e disfunções musculares.<sup>(1,2)</sup> A interrupção do suporte ventilatório faz parte da rotina da unidade de terapia intensiva (UTI) e tem sido o tema de inúmeros estudos; contudo, permanece cercada de incertezas,<sup>(3,4)</sup> tornando-a uma questão complexa.<sup>(4)</sup>

Em pacientes críticos que se submetem à VM prolongada, a colocação de traqueostomia (TQT) é um procedimento comumente utilizado para o manejo do processo de desmame. Estima-se que entre 4 e 13% dos pacientes sob VM requerem suporte prolongado, o que está associado ao aumento dos custos com saúde, morbidade e mortalidade.<sup>(5)</sup> Contudo, ainda não está bem estabelecida a recomendação ideal de melhores práticas para o manejo do desmame da VM em pacientes críticos crônicos ventilados por TQT.

Os parâmetros de desmame foram previamente estudados em pacientes sob VM que se recuperam de insuficiência respiratória aguda e em pacientes com TQT. Muitas variáveis musculares respiratórias e periféricas estão associadas ao desmame da VM e incluem força da tosse,<sup>(6)</sup> força diafragmática,<sup>(7)</sup> espessura diafragmática,<sup>(8)</sup> mobilidade diafragmática,<sup>(9)</sup> força muscular respiratória global,<sup>(10)</sup> força de prensão palmar,<sup>(11)</sup> força muscular periférica<sup>(7)</sup> e massa muscular periférica.<sup>(12,13)</sup>

Déficits na força muscular periférica e respiratória ocorrem simultaneamente em pacientes críticos submetidos à VM e estão associados ao seu uso prolongado.<sup>(14,15)</sup> A massa muscular esquelética é um dos fatores que podem reduzir a manutenção da VM em pacientes críticos na UTI,<sup>(12)</sup> e a função diafragmática é considerada marcador de desmame da VM nesses pacientes.<sup>(9)</sup> Desse modo, a avaliação dos músculos à beira do leito na UTI torna-se importante e, nesse contexto, a ultrassonografia é uma ferramenta útil, não invasiva, de baixo custo e de fácil aplicação.<sup>(16)</sup> São necessários mais estudos para validar sua aplicabilidade à beira do leito.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a relação entre a área de secção transversa do reto femoral (AST-RF) e a excursão diafragmática (ExD) com o sucesso no desmame da VM em pacientes críticos crônicos com TQT durante sua internação na UTI.

## MÉTODOS

Foi realizado um estudo de coorte prospectivo em quatro UTIs adultas em um hospital terciário público no Brasil. A pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética local (protocolo 1942227). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos pacientes ou seus representantes legais.

A amostra do estudo consistiu de pacientes internados na UTI adulto, sem diagnóstico prévio de doença neuromuscular, submetidos à colocação de TQT após 10 dias sob VM. Assim, nós os caracterizamos como pacientes críticos crônicos, como proposto por Nelson et al.<sup>(17)</sup>

As AST-RF e a ExD foram obtidas por meio da ultrassonografia realizada nas primeiras 48 horas após a realização da TQT. Foi utilizado o aparelho SonoSite® (2013 SonoSite M-Turbo Modelo M-MSK), e a coleta foi realizada por um intensivista treinado. Ambas as medições foram realizadas por um pesquisador, e as imagens foram revisadas por outro.

Inicialmente, o paciente era colocado na posição supina (30° de elevação), relaxado, com membros inferiores estendidos e ligeiramente afastados. A imagem do reto femoral foi obtida no membro inferior direito, frontal e perpendicularmente, no ponto que representa um terço da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca anterossuperior.<sup>(18,19)</sup>

Foi utilizado ultrassom bidimensional no modo B, transdutor 10-5MHz (linear). Após a captura da imagem do músculo no sítio anatômico, sua área de secção transversa foi expressa em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>).

A ExD foi mensurada unilateralmente (hemicúpula direita) em ventilação espontânea com os indivíduos na mesma posição descrita. O transdutor de 5-2MHz (convexo) foi posicionado na janela anatômica hepática entre a linha clavicular média e a linha axilar anterior, direcionado medial, cranial e dorsalmente, de modo que o feixe de ultrassom cruzasse perpendicularmente através do terço posterior do diafragma. As imagens da ExD foram adquiridas com o ultrassom no modo M. Foi registrada a medida da altura vertical a partir da base de início da inspiração até o ápice de inclinação no fim da inspiração.<sup>(20,21)</sup>

A força muscular inspiratória foi mensurada por meio da pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max), a qual foi mensurada pelo método proposto por Truwit et al.<sup>(22)</sup> até 48 horas após a colocação da TQT. Foi utilizado o manovacuômetro digital (MVD 500, Globalmed®), o qual foi conectado a TQT, seguido da oclusão do ramo inspiratório por 20-25 segundos. Foi registrado o maior valor dentre três medidas reproduzíveis.<sup>(22,23)</sup>

Foram obtidos nos registros de prontuários os seguintes dados: idade, sexo, altura, peso corporal, tempo de internação hospitalar, tempo de permanência na UTI, tempo de VM e de desmame (em dias), gravidade do *Simplified Acute Physiology Score III* (SAPS III), *Sequential Organ Failure Assessment Score* (SOFA), motivo da internação na UTI e comorbidades prévias.

O início do processo de desmame teve como critério o primeiro teste de respiração espontânea realizado após a instituição da VM. O sucesso no desmame da VM foi definido como 48 horas sem VM para os submetidos a até 20 dias de VM, e 5 dias consecutivos sem VM,<sup>(24)</sup> para os que permaneceram por um período igual ou superior a 21 dias sob VM, o que caracteriza a VM prolongada.<sup>(5)</sup> A falha no desmame foi definida quando o paciente retornou à VM (de acordo com decisão clínica) antes dos períodos descritos acima ou quando o desmame foi suspenso, devido à definição dos cuidados paliativos. Os pacientes que migraram da VM invasiva convencional para o uso de dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas (BIPAP - *bilevel positive airway pressure*) foram considerados como tendo falhado ao desmame.

O desmame da VM de pacientes com TQT foi realizado de acordo com as decisões da equipe assistencial (terapeuta respiratório e médico atendente), geralmente realizando testes de respiração espontânea com tempos progressivos conforme a tolerância, intercalando com períodos de repouso, até ser considerado livre de suporte ventilatório.

## Análise estatística

O desfecho primário deste estudo é a presença de sucesso no desmame da VM. Os dados foram apresentados como frequência e proporção, média e desvio-padrão (DP), ou mediana e intervalo interquartil (IQ). A verificação da normalidade das variáveis foi obtida pelo teste Shapiro-Wilk. Para comparações entre os grupos, de acordo com o sucesso no desmame, foram realizados: o teste *t* de Student para variáveis contínuas com distribuição normal e o teste U de Mann-Whitney para as variáveis ordinais ou dados sem distribuição normal. A associação entre as variáveis contínuas foi realizada por meio do coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman, conforme a normalidade da distribuição. Os pontos de corte para AST-RF e ExD em relação ao sucesso no desmame foram definidos por meio da curva *receiver operating characteristic* (ROC), então, a razão de chances (RC) foi calculada. As curvas de sobrevivência foram traçadas para a incidência acumulada de mortalidade por VM e mortalidade na UTI, conforme os limiares musculares comparados por meio do teste de classificação logarítmica e a razão de risco. Para avaliar o reflexo de cada variável nos resultados, realizamos uma análise multivariada utilizando regressão logística multinomial retrógrada. A colinearidade entre as variáveis foi analisada em cada regressão realizada. Incluímos em cada modelo variáveis distintas: AST-RF, ExD, PImax, SOFA no primeiro dia de desmame, SAPS III na admissão à UTI, dias sob VM antes da TQT e infecção ativa no início do processo de desmame. As variáveis analisadas foram selecionadas para o modelo porque apresentavam valor de  $p < 0,20$  na análise univariada, em comparação com os diferentes desfechos. Além da AST-RF e ExD, também incluímos variáveis distintas em cada modelo devido a sua possível relevância clínica para o desmame e, talvez, confundidores: PImax, SOFA no primeiro dia de desmame, SAPS III na admissão à UTI, dias sob VM antes da TQT e infecção ativa no início do processo de desmame. As variáveis com valor de  $p < 0,20$  permaneceram no modelo. Em cada modelo, incluímos AST-RF e ExD como variáveis categóricas, conforme os pontos de corte definidos por meio da curva ROC. Realizamos uma análise secundária que incluía pacientes que alcançaram os pontos de corte AST-RF e ExD como uma única variável categórica. Também realizamos análise secundária exploratória com dois desfechos secundários: morte na UTI e instituição de cuidados paliativos, com cada variável isolada (AST-RF e ExD) e com ambas as variáveis como a mesma variável. A análise foi realizada pelo pacote *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 21, da IBM, e R (R Foundation), versão 4.0.3. O nível de significância estatística foi estabelecido em  $p < 0,05$ .

O cálculo do tamanho amostral foi realizado de acordo com o estudo de Dres et al.<sup>(7)</sup> considerando nível de significância de 5% e poder de 80%. Para detectar uma diferença de 0,5cm na variável ExD, considerando-se DP de 0,42, eram necessários 27 indivíduos em cada grupo.

## RESULTADOS

No período de abril de 2017 a fevereiro de 2018, 156 pacientes foram submetidos à TQT durante sua permanência na UTI. Cinquenta e sete pacientes não preencheram os critérios de inclusão e 18 foram excluídos por falta de mensurações de ultrassom. Posteriormente, 81 pacientes foram incluídos no estudo. No momento da inclusão no estudo, 26 pacientes (32%) tinham no mínimo 21 dias de VM; porém, 65 sujeitos (80%) superaram esse período de VM durante sua permanência na UTI.

Alcançaram o sucesso no desmame da VM em algum momento da internação na UTI 45 pacientes (55%). No entanto, 36 pacientes (45%) permaneceram dependentes de algum suporte ventilatório ao longo de todo o período. Dentre as falhas no desmame, três pacientes receberam alta da UTI com BIPAP pela TQT. A mortalidade na UTI foi de 42% (34 casos), enquanto a hospitalar foi de 61,7% (50 casos).

Características gerais, comorbidades e motivos da internação na UTI estão apresentados na tabela 1. Os cuidados paliativos foram definidos em 28 casos (34,6%) da amostra. Embora essa ação tenha interrompido o desmame da VM em 20 casos, três foram desmamados posteriormente. A tabela 2 compara médias ou medianas das características ou situações clínicas conforme o sucesso ou insucesso no desmame.

A AST-RF foi significativamente maior nos pacientes que sobreviveram à UTI do que naqueles que foram a óbito ( $1,84 \pm 0,81 \text{ cm}^2$  versus  $1,39 \pm 0,82 \text{ cm}^2$ ;  $p = 0,025$ ). Por outro lado, a ExD não apresentou diferença estatisticamente significativa ( $1,84 \pm 0,55 \text{ cm}$  versus  $1,36 \pm 0,61 \text{ cm}$ ;  $p = 0,143$ ). Além disso, homens e mulheres não diferiram significativamente nas medidas de AST-RF ( $1,76 \pm 0,89 \text{ cm}^2$  versus  $1,66 [0,80] \text{ cm}^2$ ;  $p = 0,226$ ) ou nas medidas de ExD ( $1,51 [0,50] \text{ cm}$ , versus  $1,45 [0,66] \text{ cm}$ ;  $p = 0,657$ ).

Observou-se correlação positiva estatisticamente significativa entre AST-RF e peso corporal ( $r = 0,416$ ;  $p = 0,001$ ), índice de massa corporal (IMC;  $r = 0,279$ ;  $p = 0,012$ ) e altura ( $r = 0,333$ ;  $p = 0,002$ ); e correlação negativa estatisticamente significativa entre ExD e SOFA ( $r = -0,258$ ;  $p = 0,033$ ) e tempo total de VM ( $r = -0,297$ ;  $p = 0,014$ ). As variáveis AST-RF e ExD não demonstraram correlações com as seguintes variáveis: idade, tempo de VM pré-realização da TQT, tempo de internação na UTI, tempo de internação hospitalar, SAPS-3, e PImax ( $p > 0,05$ ). Além disso, não houve correlação entre AST-RF e ExD ( $r = 0,037$ ;  $p = 0,763$ ). As correlações entre tempo de VM após a colocação da TQT e AST-RF, ExD, PImax e IMC são ilustradas na figura 1.

**Tabela 1** - Características gerais da amostra

Variáveis	
Masculino	46 (56,8)
Idade (anos)	67 (14)
SAPS III	76 ± 12
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,3 (9)
Internação hospitalar (dias)	55 (37,5)
Internação na UTI (dias)	33 (17,5)
Tempo de VM (dias)	30 (16,5)
Tempo para o desmame da VM (dias)	19 (16,5)
Comorbidades	
Pulmonar	36 (44,5)
Cardíaca	22 (27)
Neurológica	16 (20)
Renal	11 (13,6)
Oncológica	8 (10)
HIV	2 (2,5)
Outras	31 (38)
Motivos da admissão à UTI	
Sepsis (quaisquer motivos)	56 (69)
Pulmonar	50 (62)
Neurológica	14 (17)
Cardiológica	22 (27)
Abdominal	8 (10)
Motivos da TQT, diferentes da VM prolongada	
Dano neurológico	32 (39,5)
Fraqueza muscular	31 (38)
Perda da função pulmonar	19 (23,5)
Infecção persistente ou ativa	12 (15)
Perda da função cardíaca	10 (12)
Alterações das vias aéreas superiores	7 (9)

SAPS III - *Simplified Acute Physiology Score III*; IMC - índice de massa corporal; UTI - unidade de terapia intensiva; VM - ventilação mecânica; TQT - traqueostomia. Resultados expressos como n (%), mediana (intervalo interquartil) ou média ± desvio-padrão.

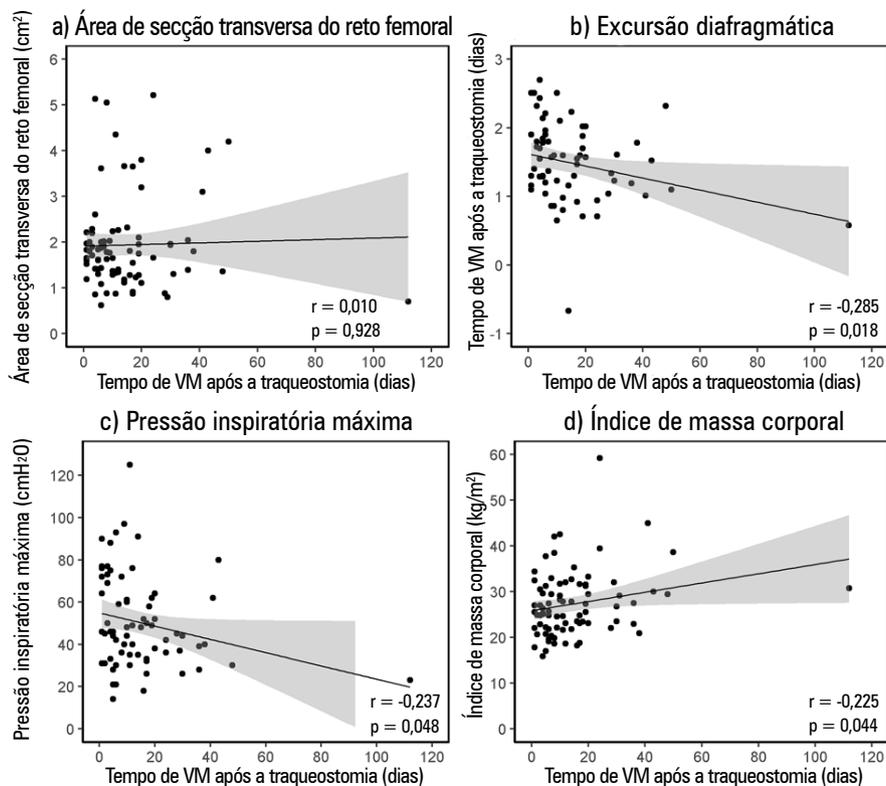
O sucesso no desmame da VM foi associado à  $AST-RF \geq 1,80\text{cm}^2$  ( $RC = 3,41$ ;  $IC95\% 1,35 - 8,61$ ;  $p = 0,008$ ) e  $ExD \geq 1,25\text{cm}$  ( $RC = 3,31$ ;  $IC95\% 1,20 - 9,15$ ;  $p = 0,019$ ). Não obstante, a maior associação com o desmame da VM foi observada quando o mesmo paciente atingiu os dois limiares musculares ( $RC = 11,5$ ;  $IC95\% 3,08 - 42,99$ ;  $p < 0,001$ ). Além disso, essas condições também aumentaram as chances de sobrevivência na UTI ( $RC = 6,6$ ;  $IC95\% 2,01 - 21,70$ ;  $p < 0,001$ ). A figura 2 mostra gráficos de sobrevivência conforme presença ou ausência de limiares de  $AST-RF$  e  $ExD$  alcançados simultaneamente conforme o risco de falha nas tentativas de desmame da VM na UTI e o risco de morte na UTI.

Na análise multivariada, a  $AST-RF \geq 1,80\text{cm}^2$ , mas não a  $ExD \geq 1,25\text{cm}$ , foi variável independente associada ao sucesso no desmame ( $RC$  ajustado [ $RCa$ ] =  $5,85$ ;  $IC95\% 1,22 - 28$ ), além da  $PIMax$  e  $SOFA$  no primeiro dia de desmame. Em outro modelo que explorava o mesmo desfecho, quando  $AST-RF \geq 1,80\text{cm}^2$  e  $ExD \geq 1,25\text{cm}$  foram combinados em uma única variável categórica, foi associada a sucesso no desmame ( $RCa 20,81$  ( $2,38 - 182,28$ )), além da  $PIMax$  e  $SOFA$  no primeiro dia de desmame. Nem  $AST-RF \geq 1,80\text{cm}^2$  nem  $ExD \geq 1,25\text{cm}$ , individualmente ou em combinação, foram associadas à mortalidade na UTI, e somente  $PIMax$  (em ambos os modelos) foi associada ao desfecho. A  $ExD < 1,25\text{cm}$  foi um preditor independente de cuidados paliativos e foi posteriormente instituído, além do  $SOFA$  no primeiro dia de desmame e  $SAPS III$  na admissão à UTI. A  $ExD \geq 1,25\text{cm}$  em combinação com  $AST-RF \geq 1,80\text{cm}^2$  também foi associada com o estabelecimento de cuidados paliativos. Nessa modelagem,  $SOFA$  no primeiro dia de desmame e  $SAPS III$  na admissão à UTI também foram associados ao desfecho.

**Tabela 2** - Características dos pacientes com traqueostomia de acordo com o sucesso no desmame

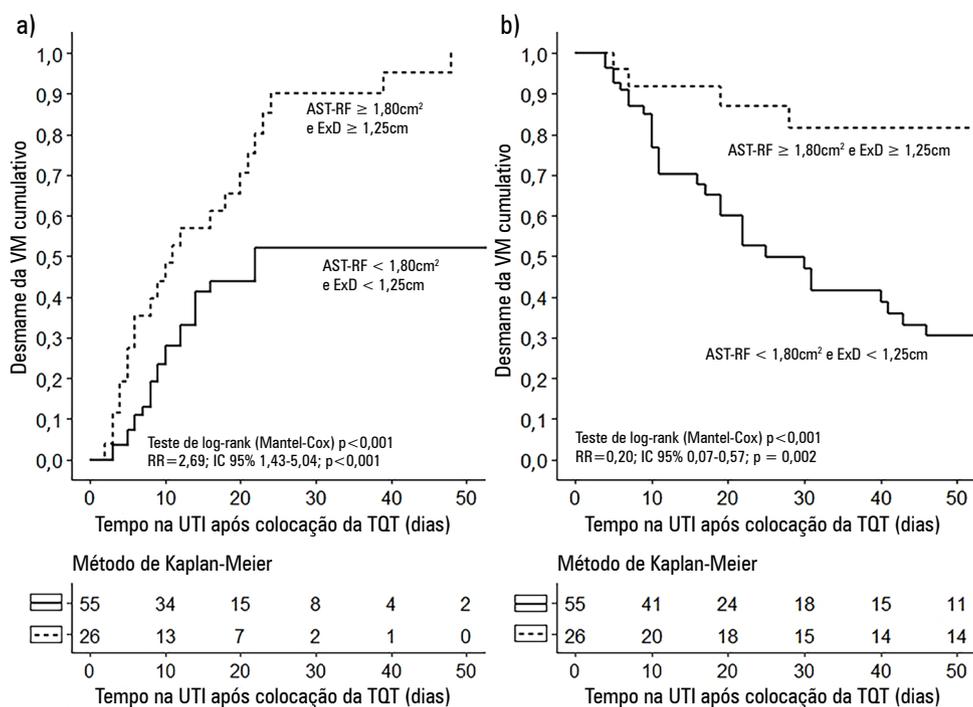
Variáveis	Sucesso no desmame		Valor de p
	Sim (n = 45)	Não (n = 36)	
Idade (anos)	68 (14,5)	66 (14,5)	0,527
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,5 (8)	27,6 (9,6)	0,330
$AST-RF$ (cm <sup>2</sup> )	1,84 (0,76)	1,4 (0,8)	0,014
$ExD$ (cm)	1,62 ± 0,51	1,29 ± 0,62	0,019
SAPS III	75,4 ± 13	76,8 ± 12	0,598
$SOFA$ no dia da TQT	4 (3)	7,5 (5)	< 0,001
$PIMax$ (cmH <sub>2</sub> O)	-56 ± 28	-42 ± 16	0,004
Tempo de VM antes da TQT (dias)	16 (8,5)	19 (8)	0,067
Tempo de VM depois da TQT (dias)	6 (11,5)	16,5 (21)	< 0,001
Tempo total de VM (dias)	25 (12)	35 (23)	0,001
Tempo para o desmame (dias)	18 (17)	19 (16)	0,487
Internação na UTI (dias)	33 (15,5)	33,5 (17,5)	0,118
Internação no hospital (dias)	59 (30,5)	45 (48)	0,079
Mortalidade na UTI	1 (2,2)	33 (91)	< 0,001
Mortalidade hospitalar	15 (33)	35 (97,2)	< 0,001

IMC - índice de massa corporal;  $AST-RF$  - área de secção transversa do reto femoral;  $ExD$  - excursão diafragmática; SAPS III - *Simplified Acute Physiology Score III*;  $SOFA$  - *Sequential Organ Failure Assessment Score*; TQT - traqueostomia;  $PIMax$  - pressão inspiratória máxima; VM - ventilação mecânica; UTI - unidade de terapia intensiva. Resultados expressos como n (%), mediana (intervalo interquartil) média ± desvio-padrão.



**Figura 1** - Correlações entre o tempo de ventilação mecânica após a traqueostomia e (a) área de secção transversa do reto femoral, (b) excursão diafragmática, (c) pressão inspiratória máxima e (d) índice de massa corporal.

VM - ventilação mecânica.



**Figura 2** - Gráficos temporais de sobrevivência conforme a área de secção transversa do reto femoral e excursão diafragmática a partir da colocação da traqueostomia: (a) incidência cumulativa do desmame a partir da ventilação mecânica e (b) sobrevivência cumulativa na unidade de terapia intensiva.

VM - ventilação mecânica; AST-RF - área de secção transversa do reto femoral; ExD - excursão diafragmática; RR - risco relativo; IC95% - intervalo de confiança de 95%; UTI - unidade de terapia intensiva; TQT - traqueostomia.

**Tabela 3** - Análise multivariada explorando variáveis e desfechos clínicos e ultrassonográficos

	<b>RCa (IC95%)</b>	<b>Valor de p</b>
Desfecho - sucesso no desmame		
AST-RF $\geq 1,80\text{cm}^2$ (referência: sim)*	5,85 (1,22 - 28)	0,027
ExD $\geq 1,25\text{cm}$ (referência: sim)*	2,11 (0,52 - 8,54)	0,295
PIMax†	1,06 (1,01 - 1,11)	0,015
SOFA†	0,67 (0,5 - 0,9)	0,008
SAPS III†	0,96 (0,91 - 1,02)	0,162
Infecção ativa* (referência: sim)	0,07 (0 - 1,14)	0,062
Desfecho - sucesso no desmame		
AST-RF $\geq 1,80\text{cm}^2$ + ExD $\geq 1,25\text{cm}$ (referência: sim)*	20,81 (2,38 - 182,28)	0,006
PIMax†	1,07 (1,01 - 1,12)	0,011
SOFA†	0,63 (0,46 - 0,86)	0,003
SAPS III†	0,95 (0,9 - 1,02)	0,139
Dias sob VM antes do desmame ( $\leq 21$ dias)*	3,66 (0,62 - 21,49)	0,151
Infecção ativa*	0,08 (0 - 1,51)	0,091
Desfecho - mortalidade na UTI		
AST-RF $\geq 1,80\text{cm}^2$ (referência: sim)*	0,32 (0,08 - 1,26)	0,096
ExD $\geq 1,25\text{cm}$ (referência: sim)*	1,35 (0,31 - 5,76)	0,687
PIMax†	0,95 (0,9 - 0,99)	0,005
SOFA†	1,78 (1,3 - 2,44)	<0,001
SAPS III†	1,04 (0,98 - 1,1)	0,142
Desfecho - mortalidade na UTI		
AST-RF $\geq 1,80\text{cm}^2$ + ExD $\geq 1,25\text{cm}$ (referência: sim)*	0,19 (0,03 - 1,08)	0,061
PIMax†	0,94 (0,9 - 0,99)	0,014
SOFA†	1,05 (0,99 - 1,11)	0,104
Dias sob VM antes do desmame ( $< 21$ dias)*	0,28 (0,05 - 1,51)	0,139
Desfecho - Cuidados paliativos		
AST-RF $\geq 1,80\text{cm}^2$ (referência: sim)*	0,59 (0,16 - 2,14)	0,427
ExD $\geq 1,25\text{cm}$ (referência: sim)*	0,18 (0,04 - 0,76)	0,019
PIMax†	0,98 (0,95 - 1,01)	0,185
SOFA†	1,38 (1,08 - 1,76)	0,01
SAPS III†	1,07 (1,01 - 1,13)	0,019
Desfecho - Cuidados paliativos		
AST-RF $\geq 1,80\text{cm}^2$ + ExD $\geq 1,25\text{cm}$ (referência: sim)*	0,2 (0,05 - 0,84)	0,027
SOFA†	1,26 (1,05 - 1,51)	0,015
SAPS III†	1,06 (1,01 - 1,11)	0,013

RCa - razão de chances ajustada; IC95% - intervalo de confiança de 95%; AST-RF - área de secção transversa do reto femoral; ExD - excursão diafragmática; PIMax - pressão inspiratória máxima; SOFA - *Sequential Organ Failure Assessment Score*; SAPS III - *Simplified Acute Physiology Score III*; UTI - unidade de terapia intensiva; VM - ventilação mecânica. \* Variáveis categóricas no modelo; † variáveis contínuas no modelo.

## DISCUSSÃO

Em nosso estudo, encontramos associação entre AST-RF e ExD com o sucesso no desmame da VM em uma população de doença crítica submetida à TQT. A disfunção do diafragma detectada por ultrassom foi previamente estudada, com resultados controversos quanto à associação com o desmame da VM,<sup>(9,25,26)</sup> devido a uma série de variações de precisão entre populações e estudos. Além disso, faltam evidências sobre esse tópico em pacientes críticos crônicos submetidos à TQT. Neste estudo, ExD  $\geq 1,25\text{cm}$  não foi associada a sucesso no desmame dessa população quando ajustada a fatores confundidores.

A avaliação ultrassonográfica da AST-RF é considerada um método simples, não invasivo e de fácil reprodutibilidade à beira do leito, podendo ser considerado um marcador de perda muscular periférica em pacientes críticos ao longo da internação na UTI.<sup>(27-31)</sup> A perda muscular nesse contexto está associada a desfechos desfavoráveis centrados no paciente.<sup>(28-30)</sup> A AST-RF pode inferir, indiretamente, reserva muscular.<sup>(31)</sup> Em nossos dados, uma medida de corte da AST-RF  $\geq 1,80\text{cm}^2$  foi um preditor independente de sucesso no desmame, porém não foi associada a menor mortalidade na UTI. Os músculos respiratórios e os músculos esqueléticos são fortemente afetados por doenças críticas, que contribuem para prolongamento da VM e falhas no desmame.<sup>(7,14,15,32)</sup>

Quando essas variáveis foram combinadas, melhorou-se em nosso estudo o poder de previsão do sucesso no desmame.

Altas taxas de mortalidade e falhas no desmame são desfechos amplamente estudados em pacientes críticos.<sup>(33-39)</sup> Neste trabalho, a taxa de falha no desmame da VM foi de 45%. O grupo de pacientes com insucesso no desmame apresentou taxa de óbito na UTI de 91,6% e no hospital de 97,2%. Essas taxas de insucesso no desmame,<sup>(35)</sup> assim como na UTI, e as taxas de mortalidade são semelhantes às taxas de dados anteriores.<sup>(36)</sup> Essa população é característica de doença crítica crônica,<sup>(40)</sup> e a disfunção muscular é uma das disfunções mais facilmente perceptíveis nesses pacientes. A discussão sobre cuidados paliativos com familiares, cuidadores e os próprios pacientes é inseparável do processo de desmame de todos os cuidados. A principal limitação de nosso estudo é que não fomos capazes de diferenciar os pacientes que progrediram na implementação de cuidados paliativos porque não conseguiram progredir no processo de desmame da VM ou devido a outras causas. Nesse contexto, optamos por analisar a decisão de implementar cuidados paliativos exclusivos como desfecho, para demonstrar sua associação com variáveis musculares. Considerando que a falha no desmame está diretamente associada à alta mortalidade dessa população, parece-nos claro que a  $AST-RF \geq 1,80\text{cm}^2$  e a  $ExD \geq 1,25\text{cm}$  estão associadas à baixa probabilidade de que o paciente progrida para cuidados paliativos.

A principal ferramenta de coleta de dados deste estudo foi a ultrassonografia para avaliação musculoesquelética. Ela vem ganhando espaço na UTI, uma vez que graves danos musculares decorrentes da doença crítica têm sido comprovados terem um efeito negativo nos desfechos.<sup>(16,27)</sup> É uma ferramenta não invasiva que não expõe o paciente à radiação e ainda é de fácil aplicabilidade e reprodutibilidade à beira do leito.<sup>(16,18,41)</sup> Cada vez mais, tem mostrado boa capacidade de fornecer dados quantitativos e qualitativos das condições musculares.<sup>(9,19,26,27,41)</sup> Tanto na pesquisa quanto na prática clínica, tem contribuído para o entendimento dos mecanismos prejudiciais às fibras musculares e, conseqüentemente, na elaboração e implementação de estratégias de prevenção ou recuperação de danos musculares.<sup>(42)</sup> Futuramente, esses dados devem ser analisados prospectivamente. Portanto, as mensurações de  $ExD$  e  $AST-RF$  podem ser incluídas em futuros ensaios clínicos da área. Diferentes estratégias terapêuticas para desmame, atividade motora e, finalmente, suporte nutricional, conforme as mensurações iniciais, compõem um campo promissor de pesquisa nessa população. A progressão das mensurações em intervalos de tempo fixos também deveria constituir um tópico futuro de investigação.

Contudo, este estudo tem algumas limitações. Em primeiro lugar, foi realizado em um centro único, portanto, não foi possível generalizar os nossos resultados. Este estudo teve um grande número de pacientes excluídos, o que também limitou sua generalização a outras populações. Além disso, a ausência de protocolos de desmame e mobilização pode ter submetido os pacientes a diferentes manejos, uma vez que a decisão médica também está sujeita a julgamento clínico. A avaliação transversal realizada no início do estudo não permite fazer inferências ao longo do tempo. A variabilidade interobservador nas mensurações foi minimizada neste estudo, mas pode ser preocupante em cenários concretos. A falta de dados sobre os níveis de sedação e analgesia é outra limitação importante deste estudo. O desmame prolongado deve-se geralmente a inúmeras variáveis, e não conseguimos definir causas isoladas de desmame prolongado em nossa população. Não quantificamos quantos pacientes foram colocados em cuidados paliativos simplesmente porque não podiam ser desmamados da VM. Esta é uma limitação relevante neste trabalho, embora tenha sido minimizada ao analisarmos o evento como desfecho secundário. Além disso, não há equações de previsão normais para  $AST-RF$ , e sabe-se que essa variável é influenciada pelo peso corporal, altura, IMC, sexo e idade.<sup>(43)</sup> Há tentativas de normalização desses dados com pacientes críticos, multiplicando-se a  $AST-RF$  das mulheres pelo coeficiente 1,484, para obter a correção em relação ao sexo masculino,<sup>(30)</sup> e a comparação com indivíduos saudáveis.<sup>(15)</sup>

## CONCLUSÃO

A área de secção transversa do reto femoral e a excursão diafragmática de pacientes críticos crônicos em ventilação mecânica e submetidos a traqueostomia foram maiores no grupo que obteve sucesso no desmame na unidade de terapia intensiva. Além disso, a associação entre a área de secção transversa do reto femoral e a excursão diafragmática acima de  $1,80\text{cm}^2$  e  $1,25\text{cm}$ , respectivamente, indica maior sucesso no desmame da ventilação mecânica, mesmo quando corrigida por outras variáveis eventualmente confusas.

## Contribuições dos autores

F. N. Vieira, M. Anderle, W. L. Nedel e B. Ziegler: concepção do estudo, coleta de dados, análise de dados, redação do manuscrito e aprovação final do manuscrito.

R. B. Bertazzo e G. C. Nascimento: coleta de dados, redação do manuscrito e aprovação final do manuscrito.

A. C. Coelho e F. O. Chaise: concepção do estudo, redação do manuscrito e aprovação final do manuscrito.

J. S. Fink: concepção do estudo, coleta de dados, redação do manuscrito e aprovação final do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

1. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, Benito S, Epstein SK, Apezteguía C, Nightingale P, Arroliga AC, Tobin MJ; Mechanical Ventilation International Study Group. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002;287(3):345-55.
2. Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubenfeld GD. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161(5):1530-6.
3. Esteban A, Alía I, Ibañez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*. 1994;106(4):1188-93.
4. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007;29(5):1033-56.
5. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S; National Association for Medical Direction of Respiratory Care. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRC consensus conference. *Chest*. 2005;128(6):3937-54.
6. Xiao M, Duan J. Weaning attempts, cough strength and albumin are independent risk factors of reintubation in medical patients. *Clin Respir J* 2018;12(3):1240-6.
7. Dres M, Dubé BP, Mayaux J, Delemazure J, Reuter D, Brochard L, et al. Coexistence and impact of limb muscle and diaphragm weakness at time of liberation from mechanical ventilation in medical intensive care unit patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(1):57-66.
8. Zambon M, Beccaria P, Matsuno J, Gemma M, Frati E, Colombo S, et al. Mechanical ventilation and diaphragmatic atrophy in critically ill patients: an ultrasound study. *Crit Care Med*. 2016;44(7):1347-52.
9. Qian Z, Yang M, Li L, Chen Y. Ultrasound assessment of diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2018;8(9):e021189.
10. Chao CM, Lai CC, Cheng AC, Chiang SR, Liu WL, Ho CH, et al. Establishing failure predictors for the planned extubation of overweight and obese patients. *PLoS One*. 2017;12(8):e0183360.
11. Cottreau G, Dres M, Avenel A, Fichet J, Jacobs FM, Prat D, et al. Handgrip strength predicts difficult weaning but not extubation failure in mechanically ventilated subjects. *Respir Care*. 2015;60(8):1097-104.
12. Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, Premji T, Heyland DK, Wade CE, Bulger E, Kozar RA; Nutrition and Rehabilitation Investigators Consortium (NUTRIC). Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Crit Care*. 2013;17(5):R206.
13. Carrie C, Gisbert-Mora C, Bonnardel E, Gauche B, Biais M, Vargas F, et al. Ultrasonographic diaphragmatic excursion is inaccurate and not better than the MRC score for predicting weaning-failure in mechanically ventilated patients. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017;36(1):9-14.
14. de Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, Outin H, Sharshar T; Groupe de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med*. 2007;35(9):2007-15.
15. Baldwin CE, Bersten AD. Alterations in respiratory and limb muscle strength and size in patients with sepsis who are mechanically ventilated. *Phys Ther*. 2014;94(1):68-82.
16. Paris M, Mourtzakis M. Assessment of skeletal muscle mass in critically ill patients: considerations for the utility of computed tomography imaging and ultrasonography. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2016;19(2):125-30.
17. Nelson JE, Cox CE, Hope AA, Carson SS. Chronic critical illness. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182(4):446-54.
18. Tillquist M, Kutsogiannis DJ, Wischmeyer PE, Kummerlen C, Leung R, Stollery D, et al. Bedside ultrasound is a practical and reliable measurement tool for assessing quadriceps muscle layer thickness. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2014;38(7):886-90.
19. Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. Assessment of muscle wasting in long-stay ICU patients using a new ultrasound protocol. *Nutrients*. 2018;10(12):1849.
20. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med*. 2013;39(5):801-10.
21. Lloyd T, Tang YM, Benson MD, King S. Diaphragmatic paralysis: the use of M mode ultrasound for diagnosis in adults. *Spinal Cord*. 2006;44(8):505-8.
22. Truweit JD, Marini JJ. Validation of a technique to assess maximal inspiratory pressure in poorly cooperative patients. *Chest*. 1992;102(4):1216-9.
23. Caruso P, Friedrich C, Denari SDC, Ruiz SA, Deheinzelin D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Chest*. 1999;115(4):1096-101.
24. Balas MC, Devlin JW, Verceles AC, Morris P, Ely EW. Adapting the ABCDEF bundle to meet the needs of patients requiring prolonged mechanical ventilation in the long-term acute care hospital setting: historical perspectives and practical implications. *Semin Respir Crit Care Med*. 2016;37(1):119-35.
25. Llamas-Álvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Pérez J. Diaphragm and lung ultrasound to predict weaning outcome: systematic review and meta-analysis. *Chest*. 2017;152(6):1140-50.
26. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2017;43(1):29-38.
27. Puthuchery ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*. 2013;310(15):1591-600.
28. Parry SM, El-Ansary D, Cartwright MS, Sarwal A, Berney S, Koopman R, et al. Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function. *J Crit Care*. 2015;30(5):1151.e9-14.
29. Palakshappa JA, Reilly JP, Schweickert WD, Anderson BJ, Khoury V, Shashaty MG, et al. Quantitative peripheral muscle ultrasound in sepsis: muscle area superior to thickness. *J Crit Care*. 2018;47:324-30.
30. Mueller N, Murthy S, Tainter CR, Lee J, Riddell K, Fintelman FJ, et al. Can sarcopenia quantified by ultrasound of the rectus femoris muscle predict adverse outcome of surgical intensive care unit patients as well as frailty? A prospective, observational cohort study. *Ann Surg*. 2016;264(6):1116-24.
31. Magalhães LM, Rossato EV, Franco Filho JW, Nedel WL. Variability in the rectus femoris muscle area and its association with clinical outcomes in critically ill patients: a prospective cohort study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020;32(1):156-8.
32. Lu Z, Xu Q, Yuan Y, Zhang G, Guo F, Ge H. Diaphragmatic dysfunction is characterized by increased duration of mechanical ventilation in subjects with prolonged weaning. *Respir Care*. 2016;61(10):1316-22.
33. Wu YK, Kao KC, Hsu KH, Hsieh MJ, Tsai YH. Predictors of successful weaning from prolonged mechanical ventilation in Taiwan. *Respir Med*. 2009;103(8):1189-95.
34. Vora CS, Karnik ND, Gupta V, Nadkar MY, Shetye JV. Clinical profile of patients requiring prolonged mechanical ventilation and their outcome in a tertiary care medical ICU. *J Assoc Physicians India*. 2015;63(10):14-9.
35. Li J, Zhan QY, Wang C. Survey of prolonged mechanical ventilation in intensive care units in Mainland China. *Respir Care*. 2016;61(9):1224-31.
36. Loss SH, de Oliveira RP, Maccari JG, Savi A, Boniatti MM, Hetzel MP, et al. The reality of patients requiring prolonged mechanical ventilation: a multicenter study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2015;27(1):26-35.
37. Udeh CI, Hadder B, Udeh BL. Validation and extension of the prolonged mechanical ventilation prognostic model (ProVent) score for predicting 1-year mortality after prolonged mechanical ventilation. *Ann Am Thorac Soc*. 2015;12(12):1845-51.

38. Bugedo G, Egal M, Bakker J. Prolonged mechanical ventilation and chronic critical illness. *J Thorac Dis.* 2016;8(5):751-3.
39. Damuth E, Mitchell JA, Bartock JL, Roberts BW, Trzeciak S. Long-term survival of critically ill patients treated with prolonged mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med.* 2015;3(7):544-53.
40. Boniatti MM, Friedman G, Castilho RK, Vieira SR, Fialkow L. Characteristics of chronically critically ill patients: comparing two definitions. *Clinics (Sao Paulo).* 2011;66(4):701-4.
41. Harris-Love MO, Ismail C, Monfaredi R, Hernandez HJ, Pennington D, Woletz P, et al. Interrater reliability of quantitative ultrasound using force feedback among examiners with varied levels of experience. *Peer J.* 2016;4:e2146.
42. Dall'Acqua AM, Sachetti A, Santos LJ, Lemos FA, Bianchi T, Naue WS, Dias AS, Sbruzzi G, Vieira SR; MoVe- ICU Group. Use of neuromuscular electrical stimulation to preserve the thickness of abdominal and chest muscles of critically ill patients: a randomized clinical trial. *J Rehabil Med.* 2017;49(1):40-8.
43. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* (1985). 2000;89(1):81-8.